

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С  
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
Международное бюро(43) Дата международной публикации:  
15 июля 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Номер международной публикации:  
WO 2004/059326 A1(51) Международная патентная классификация<sup>7</sup>:  
G01P 3/36, 13/00, A63B 71/06Б.Спасская, д. 25, строение 3 (RU) [LAW FIRM  
"GORODISSKY & PARTNERS" LTD., Moscow  
(RU)].

(21) Номер международной заявки: PCT/RU2003/000586

(22) Дата международной подачи:  
25 декабря 2003 (25.12.2003)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

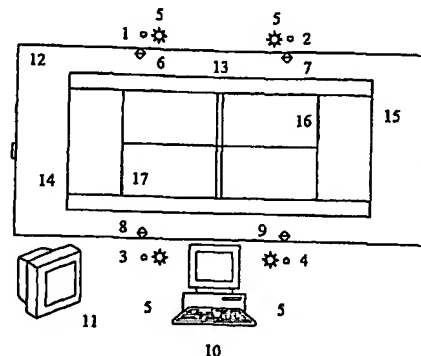
(30) Данные о приоритете:  
2002135045 26 декабря 2002 (26.12.2002) RU(81) Указанные государства (национально): AE, AG,  
AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,  
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,  
MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,  
ZM, ZW.

(71) Заявители и

(72) Изобретатели: ВОРОЖЦОВ Георгий Николаевич  
[RU/RU]; 107078 Москва, ул. Садовая Спасская, д.  
21, кв. 268 (RU) [VOROZHTSOV, Georgy Nikola-  
evich, Moscow (RU)]. ЛОЩЕНОВ Виктор Борисо-  
вич [RU/RU]; 107322 Москва, ул. Яблочкова, д.  
436, кв. 14 (RU) [LOSCHENOV, Viktor Borisovich,  
Moscow (RU)]. ЛУЖКОВ Юрий Михайлович  
[RU/RU]; 125047 Москва, ул. 3-я Тверская-Ямская,  
д. 48, кв. 15 (RU) [LUZHKOV, Yury Mikhailovich,  
Moscow (RU)]. ХИЖНЯК Евгений Павлович  
[RU/RU]; 142290 Московская обл., Пушкино, микро-  
район Б, д. 34, кв. 71 (RU) [KHIZHNYAK, Evgeny  
Pavlovich, Puschino (RU)].(84) Указанные государства (регионально): ARIPO па-  
тент (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), евразийский патент (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский  
патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,  
FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO,  
SE, SI, SK, TR), патент OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована

С отчетом о международном поиске.

(74) Агент: ООО «Юридическая фирма ГОРОДИС-  
СКИЙ И ПАРТНЕРЫ»; 129010 Москва, ул.В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и дру-  
гих сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям»,  
публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюл-  
летеня РСТ.(54) Title: DEFINITION OF DYNAMIC MOVEMENT PARAMETERS OF A MATERIAL OBJECT DURING SPORTS  
COMPETITIONS OR TRAINING(54) Название изобретения: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО  
ОБЪЕКТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПОРТИВНЫХ СОСТЯЗАНИЙ ИЛИ ТРЕНИРОВОК.(57) Abstract: The invention is directed at the  
definition of the dynamic movement parameters  
of a material object during sports competitions or  
training and makes it possible to improve a  
judgement objectivity during said sports  
competitions. A footmark trajectory resulting  
from the interaction of an object with  
surrounding objects or environment is recorded  
in an infrared spectral range. The dynamic of  
modifications of infrared radiation intensity on  
different parts of the trajectory of the object  
motion and the trajectory of the infrared  
footmarks in different spectral ranges are  
recorded. The trajectories of shadows formed by  
external infrared sources are recorded. The  
inventive device system comprises an infrared  
camera, a computer and a mechanical oscillation  
receiver. Said infrared camera can be provided  
with a system of optical filters for modifying the  
spectral range of the sensitivity thereof.

[Продолжение на след. странице]

BEST AVAILABLE COPY



WO 2004/059326 A1



---

(57) Реферат: Изобретение предназначено для определения динамических параметров движения материального объекта в условиях спортивных состязаний или тренировок и позволяет повысить объективность судейства в спортивных соревнованиях. Траектория следов, образовавшихся в результате взаимодействия объекта с окружающими объектами или окружающей средой, регистрируют в инфракрасном спектральном диапазоне. Регистрируют динамику изменений интенсивности инфракрасного излучения на различных участках траектории движения объекта и траектории инфракрасных следов в различных спектральных диапазонах. Регистрируют траектории теней, образовавшихся от использования внешних источников инфракрасного излучения. Система устройств включает инфракрасную камеру, компьютер и приемник механических колебаний. Инфракрасная камера может быть снабжена системой оптических фильтров для изменения спектрального диапазона ее чувствительности.

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ  
СПОРТИВНЫХ СОСТЯЗАНИЙ ИЛИ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ  
И СИСТЕМА УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ И СПОСОБ  
5 ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО И ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА  
СПОРТСМЕНОВ**

Изобретение относится к способам контроля, необходимым как при проведении спортивных состязаний, так и в тренировочном процессе. Конкретно, оно касается определения динамических параметров движения материального  
10 объекта в условиях состязаний или на тренировках.

В качестве материальных объектов могут рассматриваться движущиеся в пространстве объекты, как, например, мяч (теннис, пинг-понг, футбол, волейбол и т.д.), а также такие спортивные снаряды, как ракетка, копье, молот, диск; в зимних видах спорта – коньки, лыжи, сани и пр. в контакте с окружающими  
15 предметами, окружающей средой или с другими спортивными снарядами.

Кроме того, в качестве материального объекта может рассматриваться сам спортсмен или его одежда в движении относительно окружающей среды (кожа и плавательный костюм пловца или прыгуна в воду относительно воды, бегун относительно воздуха, обувь прыгуна относительно спортивной площадки и т.д.)

20 Согласно существующему уровню техники, определение динамических характеристик объекта в спортивных состязаниях или на тренировках с использованием оптических приборов и камер, работающих в видимом диапазоне, решается в недостаточном объеме и не отражает существующей необходимости. Например, оценка скорости полета мяча дает только один из  
25 многих необходимых параметров. Замедленная видеосъемка не обеспечивает необходимой точности при объективизации аута.

Существует способ (WO 87/01295, A63B71/06), в котором с помощью инфракрасных камер можно получать изображение места удара теннисного мяча на теннисной площадке, где регистрируется местоположение мяча во время  
30 контакта и два положения мяча после контакта, для того, чтобы идентифицировать принадлежность следа отскочившему мячу и не спутать с другими тепловыми следами. Недостатком данного способа является то, что он

не дает информацию о всех составляющих движения мяча, а фиксирует только место контакта мяча с поверхностью корта с недостаточной степенью точности.

- Существует также способ (EP 0812228, A63B71/06, 2000г), касающийся фиксации поверхности соприкосновения объекта, присутствующего в спорте (мяч, игрок, шина, полоз и т.п.) с контактными основанием (грунт, поверхность стола, ограничение поля и т.п.), где используется дополнительно маркировка площадки на основе металлического порошка с целью улучшить отличие ограничивающих полос от самой площадки, и тем самым повысить четкость определения местоположения спортивного объекта по инфракрасному следу.
- 10 Недостатком данного способа является то, что в нем фиксируется только область контакта, и поэтому могут определяться только параметры движения объекта характеризующие его движение только во время контакта. При этом такие параметры движения, как энергия движения, линейная и вращательная скорость вращения объекта не оцениваются. Кроме этого, только теплового отпечатка, возникшего в результате отскока мяча от поверхности корта, недостаточно для судьи, так как в зависимости от чувствительности инфракрасной камеры один и тот же удар может иметь разную длину следа. И обратно, при одной и той же чувствительности камеры разная скорость удара и разный тип покрытия также дадут разную длину следа, и судье будет затруднительно оценить, был аут или нет. Кроме того, реализация изобретения требует использования специальной краски для контрастирования границ корта в ИК-диапазоне. Все это существенно ограничивает широкое использование изобретения.

- Исходя из этого, задачей настоящего изобретения является создание такого способа определения динамических параметров движения материального объекта, который бы обеспечил определение достаточного количества качественных динамических характеристик, обеспечивающих повышение объективности судейства спортивных игр, помощь инженерам, конструкторам и научным работникам при создании и совершенствовании спортивного оборудования, оказание помощи тренировочному процессу.

- 30 Для решения этой задачи предложено в способе определения динамических характеристик материального объекта в спортивных состязаниях или в тренировочном процессе с использованием регистрации траектории

движения объекта в инфракрасном спектральном диапазоне регистрировать траектории инфракрасных (ИК) следов, образовавшихся в результате взаимодействия объекта с окружающими объектами или окружающей средой.

5 ИК - след - это вся или часть поверхности объекта (мяча, корта, среды), имеющая температуру, отличную от окружающей среды или других частей объекта. ИК - след может иметь положительное значение, если он образован в результате неупругого соударения двух объектов. В этом случае место контакта имеет более высокую температуру, чем окружающие тела или части тела. ИК - след может иметь отрицательное значение, если он затеняет другие более теплые  
10 объекты или находится в среде с более высокой температурой, чем он сам.

Траектория ИК-следа - это геометрическое место точек, образованное движением ИК-следа в воздушной среде и на поверхности другого объекта. При этом ИК - след может иметь как положительное, так и отрицательное значение относительно среды и на поверхности.

15 Траекторий ИК - следов во время полета мяча от одного игрока до другого будет несколько. И в зависимости от постановки - задачи анализируется одна, две или несколько одновременно.

В качестве подобных следов могут быть, например, следы от соприкосновения мяча с поверхностью корта. Это могут также быть следы, образованные затенением мяча теплового излучения, которое испускается, или  
20 отражается окружающими предметами (поверхностью корта, зрителями и другими тепловыми источниками).

Для более точного получения динамических характеристик движения материального объекта дополнительно регистрируют динамику изменения  
25 интенсивности инфракрасного излучения в различных участках траектории движения объекта, регистрируют траектории ИК-следов в различных спектральных диапазонах, либо дополнительно регистрируют траектории теней, образовавшихся в результате взаимодействия объекта и сосредоточенных или распределенных внешних источников инфракрасных излучений.

30 Кроме того, в случае большого тенниса область соприкосновения мяча с кортом и момент соударения мяча с поверхностью корта регистрируют по излому траекторий ИК-следа. По форме траекторий также определяют такие важные

параметры для оценки качества удара, как линейная скорость, скорость вращения мяча, а также изменение угла отлета мяча по сравнению с углом подлета.

Известна система устройств, служащих для объективизации судейства теннисных матчей, включающая одну или несколько ИК-камер и компьютер, соединенный с периферийными устройствами (WO 87/01295). Однако, подобная система устройств не обеспечивает получение достаточного количества динамических параметров движения мяча с достаточной степенью точности.

Задачей изобретения является создание системы устройств, которая бы обеспечила получение необходимых динамических характеристик движения материальных объектов в условиях спортивных состязаний или тренировочного процесса с достаточной (удовлетворительной) степенью точности.

Для решения этой задачи предложена система устройств, включающая ИК-камеру(ы) и компьютер, а также приемник механических колебаний.

Кроме того, для решения поставленной задачи система может включать внешний источник подсветки.

Для большей точности получения динамических характеристик источник подсветки может быть модулирован по частоте или по длинам волн ИК-излучения и синхронизирован с ИК-камерой(ами).

Кроме того, могут быть использованы ИК-камеры с регулируемым временем фиксации изображения.

Дополнительно ИК-камера(ы) могут быть снабжены приспособлением, обеспечивающим возможность перемещения, синхронизированного с приемником механических колебаний.

Кроме того, ИК-камера(ы) могут быть снабжены системой оптических фильтров, изменяющих спектральный диапазон чувствительности ИК-камеры.

Схема предлагаемой системы устройств, например, для тенниса представлена на Фиг.1 (для других спортивных игр отличие будет только в количестве и взаимном расположении камер, ИК – источников света и приемников механических колебаний. Для настольного тенниса и бильярда, например, все три устройства в одном экземпляре располагаются над столом), где:

1, 2, 3, 4 – ИК-камеры, с механизмом поворота, синхронизированного с

приемниками механических колебаний и системой оптических фильтров;

5 – ИК источники света, 4 штуки, синхронизованы с ИК-камерами;

6, 7, 8, 9 – приемники механических колебаний, обеспечивающие  
синхронный прием механических колебаний по воздуху и по покрытию корта,  
5 соединенные с анализатором механических колебаний, который подает сигнал на  
открытие и закрытие ИК-камер;

10 – центральный компьютер с платами управления и программным  
обеспечением обеспечивающим согласованное действие ИК – камер, приемников  
механических колебаний и модулирование ИК- источников света;

11 – монитор, демонстрирующий зрителям результаты обработки  
траекторий ИК – следов в виде изображений и цифровых значений параметров  
движения мяча во время игры;

12 – площадка для игры в теннис;

13 – сетка;

14 – точка подачи первого игрока;

15 – точка подачи второго игрока;

16 – точка контакта мяча с кортом после подачи первого игрока;

17 – точка контакта мяча с кортом после подачи второго игрока

Принцип работы схемы устройств следующий:

20 При подаче слева с позиции 14 звук от удара ракеткой по мячу достигнет  
приемников 6 и 8, которые открывают камеры 2 и 4 и закрывают камеры 1 и 3.  
Мяч за время прохождения сигнала от ракетки до датчиков пролетит  
максимально около двух метров, что не влияет на точность построения  
траекторий следов и, соответственно, определение параметров движения мяча.

25 При касании мяча точки 16 механические колебания, возникшие в результате  
касания, передаются по покрытию корта (или по воздуху) к датчикам 7 и 9,  
которые закрывают камеры 2 и 4 через заранее установленный промежуток  
времени, например 1 сек. При приеме мяча вторым игроком звук от удара  
ракеткой по мячу фиксируется приемниками 7 и 9, которые открывают камеры 1  
30 и 3 и закрывают камеры 2 и 4, если они еще не были закрыты предыдущим  
сигналом. ИК- подсветка 5 работает синхронно или с покадровой разверткой или  
с приемниками механических колебаний. При подаче мяча вторым игроком

взаимодействие устройств осуществляется аналогично. Приведенная схема с применением приемников механических колебаний используется с целью уменьшения объема обработки информации и ускорения вывода на монитор судьи и на зрительский монитор кадров касания мяча с кортом и скоростных параметров полета мяча, включая число оборотов вращения мяча. ИК- подсветка 5 применяется для контрастирования разметки корта, если это необходимо, и для создания тени от летящего мяча по которой строится или уточняется траектория движения ИК- следа или самого мяча. Это позволяет с более высокой степенью точности определить место касания мяча с кортом. Необходимость в нескольких 10 устройствах вызвана существующей вероятностью экранирования траектории мяча спортсменом, паразитными звуковыми сигналами. Хотя при решении других задач описанных в начале, достаточно одного комплекса или даже одной камеры.

Нижеприведенные примеры иллюстрируют осуществление предлагаемого 15 способа с применением предложенной для него системы устройств.

#### Пример 1

Определение некоторых параметров движения теннисного мяча, в том числе аута, с использованием регистрации траекторий ИК - следов и тени во время спортивных состязаний с применением ИК – камер работающих в 20 длинноволновом диапазоне спектра.

На Фиг.2 приведено 6 последовательных кадров инфракрасных изображений одного эпизода теннисного матча. Длительность каждого кадра для используемой камеры  $\tau = 4 \cdot 10^{-2}$  сек.

Каждый последующий кадр "помнит" конечную часть предыдущего кадра, 25 что позволяет восстановить изображение в непрерывном виде.

На кадре I видна траектория тени создаваемой мячом (температура мяча меньше температуры поверхности корта) в виде прямой линии между точками 1 и 2. Скорость полёта мяча  $V = S(1+2)/\tau$ , где:

$S(1+2)$  – расстояние между точками 1 и 2 = 2,3 метра,

30  $\tau = 4 \cdot 10^{-2}$  с,

$V = 2,3\text{м}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с} = 57,5 \text{ м/с} = 207 \text{ км/час.}$

На кадре II видно продолжение траектории движения тени, создаваемой



мячом  $S(3+4)=2,3\text{м}$  и  $S(4+5)$  траектория ИК – следа, образованного в результате трения мяча о корт при прикосновении с ним.  $S(4+5) \approx 15\text{ см}$ .

Если траектория 1-2-3-4 совпадает по геометрическим размерам с траекторией мяча (в данном конкретном случае), то траектория следа на поверхности корта имеет геометрические размеры, зависящие от скорости вращения и линейной скорости мяча. Интенсивность свечения траектории следа также зависит от этих параметров. Это справедливо для конкретного покрытия корта и качества мяча.

На кадре III зафиксировано продолжение траектории ИК – следа  $S(6+7)$ ,  $S(8+9)$ ,  $S(10+11)$  и оставшийся ИК – след на поверхности корта  $S(4+5)$ .

Траектория ИК - следа прерывается за счет вращения мяча вокруг своей оси. Нетрудно оценить скорость отскока мяча и число оборотов ( $n$ ).

$$V \text{ отскока} = 2,0\text{м}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с} = 50 \text{ м/с} = 180 \text{ км/час.}$$

Учитывая, что длительность кадра составляет  $4 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ , а мяч, как видно из кадра, успел сделать два полных оборота и ещё как минимум 0.5 оборота, то  $n(6+11) \approx 2,5\text{об}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с} = 60 \text{ об/с} = 3600 \text{ об/мин.}$

На кадре IV зафиксировано продолжение траектории ИК – следа, соответствующего траектории движения мяча  $S(12+13)$ ,  $S(14+15)$  и оставшийся ИК – след на поверхности корта  $S(4+5)$ , так же в кадре остался зафиксированным участок траектории  $S(10+11)$  от предыдущего кадра.

Скорость полета мяча после отскока  $V(12+15) = 1,5\text{м}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с} = 37 \text{ м/с} = 133 \text{ км/час.}$

$$n(12+15) = 1,5\text{об}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с} = 37 \text{ об/с} = 2200 \text{ об/мин.}$$

Таким образом, скорость полета мяча и количество оборотов вокруг оси уменьшается достаточно быстро после соударения мяча с кортом.

На V кадре осталась заметной только траектория следа  $S(4+5)$ , который практически исчез на IV кадре. Но если предыдущие 5 кадров снимались последовательно один за одним, то между 5 и 6 кадром пропущено 40 кадров. Таким образом, время исчезновения ИК – следа оставленного на корте мячом в данном эпизоде игры составляет  $t \text{ следа} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ с} \cdot 40 = 1,6 \text{ сек.}$

Любопытно отметить, что в данном игровом эпизоде, случившемся на "Кубке Кремля", в 2002 году, мяч не попал в "поле". Это хорошо видно по части

траектории ИК - следа S(3+4+5).

Для определения параметров движения теннисного мяча в промежутке между ударом по нему ракеткой и вторым касанием мяча или ракетки соперника, или поверхности корта, воспользуемся результатами регистрации траектории движения, приведенными выше. Неизвестным является скорость вращения (число оборотов) мяча во время удара. Скорость вращения мяча определяется аналитически из уравнения сохранения энергии:

$$E_n + E_k + E_{\text{квр}} = E'_n + E'_k + E'_{\text{квр}} + A_{\text{тр}}$$

где

10  $E_n, E'_n$  - потенциальная энергия мяча до первого соприкосновения с кортом и после;

$E_k, E'_k$  - кинетическая энергия движения мяча массой  $m$ , со скоростью  $v$  до соприкосновения с кортом и  $v'$  после соприкосновения с кортом;

15  $A_{\text{тр}}$  - энергия, затраченная на преодоление сил трения, возникающих во время контакта мяча с кортом.

Для упрощения решения, энергией, потраченной на сопротивление воздуха, в этом примере пренебрегаем.

В нашем примере скорость вращения мяча или в более привычной форме - число оборотов мяча вокруг своей оси  $n = 70 \text{ об/с} = 4200 \text{ об/мин}$ .

20 На Фиг.3 приведены те же кадры что и на Фиг.2, только без авторских пометок.

### Пример 2

Определение скорости полета мяча и области контакта с кортом с использованием видеокамеры, работающей в ближнем ИК диапазоне.

25 Преимущество видеокамеры, работающей в ближнем ИК-диапазоне, определяется возможностью использования ИК источников подсветки, которые невидимы человеческим глазом и поэтому не мешают наблюдению за матчем зрителям.

30 На Фиг. 4, 5 приведены кадры, в которых зафиксированы траектории полета мяча и траектория тени мяча, с использованием камеры, работающей в режиме: 20 мсек камера открыта, 20 мсек - закрыта. Камера работает в ближнем ИК диапазоне спектра без ИК подсветки (поэтому плохо видна траектория тени

создаваемой мячом). Анализ траекторий позволяет легко вычислить скорость полета мяча (в данном случае она равна 38 м/с) и по точке изгиба кривой траектории уточнить место касания мяча с кортом. Для более точного анализа области касания мяча с кортом анализируются две траектории одна траектория  
5 создаваемая световым следом, отраженным от мяча, вторая создаваемая тенью возникающей при экранировании мячом светового потока исходящего от ИК источника.

Для оценки технического и творческого потенциала спортсменов могут быть использованы динамические параметры движения теннисного мяча, такие  
10 как линейная скорость и ускорение, скорость вращения мяча, а также изменение телесного угла отлете мяча по сравнению с углом подлета, методы определения которых описаны в примерах 1 и 2. Интегральной характеристикой технического и творческого потенциала спортсменов может служить индекс спортивного мастерства, который может быть рассчитан как некоторый интегральный  
15 показатель, учитывающий роль каждого из перечисленных выше динамических параметров с соответствующими весовыми коэффициентами.

Таким образом, предложенный способ и система устройств для его осуществления позволяют определить целый ряд динамических характеристик движения материального объекта в процессе спортивных состязаний или в  
20 тренировочном процессе, что позволит более строго документировать все этапы спортивных мероприятий и демонстрировать их как судьям, так и зрителям, даст возможность более объективно оценивать уровень мастерства спортсменов, окажет помощь инженерным и научным работникам при создании и совершенствовании спортивного оборудования.

### 25 Пример 3

Оценка равномерности нагрузки на ноги у лыжника во время тренировки и качества лыжной мази.

Измерения проводились ИК-камерой в диапазоне 8-12 мк. Включение и  
выключение камеры производилось по звуку сигнала, издаваемого от контакта  
30 лыжи со снегом и принимаемого детектором. Изображение обрабатывалось по специальной программе, которая позволяла в цифровом виде рассчитывать параметры сцепления лыжи со снегом полученных на основе ИК-траекторий.

На Фиг.6 приведена траектория следа лыжника во время тренировки. Лыжи покрыты одной и той же мазью. Две светлые прерывающиеся полосы имеют разную интенсивность, что свидетельствует о неравномерности нагрузки на ноги. В данном случае нагрузка на левую ногу примерно в два раза выше, чем на правую.

На Фиг.7 приведено ИК изображение лыжника, движущегося на лыжах, покрытых разной мазью. Правая лыжа покрыта мазью для температуры минус 10-15°C, левая – 0°C. Температура окружающего воздуха минус 5°C. Из чертежа видно, что левая лыжа имеет более яркое изображение, чем правая. Это означает, что трение о снег левой лыжи выше, чем правой. Следовательно, из двух мазей в данном случае больше подходит мазь, рассчитанная на температуру минус 10-15°C.

#### Пример 4

Оценка влияния распределения нагрузки внутри спортивного автомобиля на параметры его движения во время тренировки по траектории ИК следа.

Измерения проводились ИК-камерой в диапазоне 8-12 мк. Режим работы камеры определялся звуковыми сигналами, производимыми при контакте шины автомобиля с поверхностью дороги и принимаемыми детектором. Изображение обрабатывалось по специальной программе, которая позволяла в цифровом виде рассчитывать сцепление шины с поверхностью дороги, равномерность нагрузки и другие параметры, полученные на основе ИК-траекторий.

На Фиг.8 приведена траектория ИК следа автомобиля, начавшего движение. Траектория состоит из двух полос. Начало полос, связанное со стартом автомобиля, имеет разную интенсивность. Начало левой траектории имеет большую интенсивность, чем начало правой. Это говорит о неравномерном распределении нагрузки внутри автомобиля с перекосом веса на левую сторону.

На Фиг. 9, 10 приведены траектории ИК следов, образованных движением автомобиля по кривой. (Автомобиль движется справа налево, скорость в обоих случаях была одинакова.) На Фиг.9 приведена траектория ИК следа автомобиля с неправильно распределенной нагрузкой. Видно, что на крутом участке поворота задние колеса автомобиля занесло влево. На Фиг.10 приведена траектория ИК следа с оптимизированным распределением нагрузки. Видно, что траектория

представляет собой равномерные полосы с плавно меняющейся интенсивностью.

### Пример 5

Энергетические потери спортсменов - пловцов в гидрокостюмах и без них.

Измерения проводились ИК-камерой в диапазоне 8-12 мк. Режим работы  
5 камеры определялся звуковой волной, возникающей при касании спортсмена с  
поверхностью воды и регистрируемой детектором. Изображение обрабатывалось  
по специальной программе, которая позволяла в цифровом виде рассчитывать  
тепловые потери.

Пловец отталкивается от бортика бассейна и какое-то время плывет под  
10 водой. На Фиг.11 пловец одет в гидрокостюм, и тепловой след его едва заметен.  
На Фиг.12 пловец без гидрокостюма. Виден интенсивный ИК след и его  
траектория. Тепловые потери спортсмена без гидрокостюма существенно выше.

### Пример 6

Оценка качества поверхности движущегося спортивного снаряда.

Измерения проводились ИК-камерой в диапазоне 8-12 мк. Режим работы  
15 камеры определялся в соответствии с изменением звукового спектра,  
регистрируемого детектором, возникающего при изменении уровня  
турбулентности. Изображение обрабатывалось по специальной программе,  
которая позволяла в цифровом виде рассчитывать необходимые параметры  
20 движения объектов по полученным ИК-траекториям.

Характер взаимодействия движущегося спортивного снаряда с воздушной  
или водной средой определяет его скорость и точность попадания в цель. В  
первом приближении характер взаимодействия определяется соотношением  
ламинарной и турбулентной составляющей потока или следа, оставляемого после  
25 себя движущимся снарядом. На Фиг.13 приведена траектория ИК-следа твердого  
предмета (имитирующего спортивный снаряд – копье, пулю, водные лыжи, дно  
судна и т.д.), движущегося в воде с некоторой скоростью. На Фиг.14 приведена  
траектория того же предмета, движущегося с большей скоростью. Видно, что  
турбулентная составляющая существенно выросла. На Фиг. 15 приведена  
30 траектория ИК-следа того же предмета с той же скоростью, как во втором случае,  
только поверхность покрыта водоотталкивающим составом. Видно, что  
турбулентная составляющая снизилась до первоначального уровня.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения динамических характеристик движения материального объекта в спортивных состязаниях или тренировочном процессе с использованием регистрации траектории движения объекта в инфракрасном спектральном диапазоне, отличающийся тем, что регистрируют траектории инфракрасных следов, образовавшихся в результате взаимодействия объекта с окружающими объектами или окружающей средой.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют динамику изменения интенсивности инфракрасного излучения в различных участках траектории движения объекта.

3. Способ по п.п. 1, 2, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют траектории инфракрасных следов в различных спектральных диапазонах.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют траектории теней, образовавшихся в результате взаимодействия объекта и сосредоточенных или распределенных внешних источников инфракрасных излучений.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что в случае большого тенниса область соприкосновения мяча с кортом и момент соударения мяча с поверхностью корта регистрируют по излому траекторий инфракрасных следов.

6. Система устройств для осуществления способа по п.1, включающая инфракрасную камеру (или несколько камер) и компьютер, отличающаяся тем, что она содержит приемник механических колебаний.

7. Система устройств по п.6, отличающаяся тем, что оно содержит внешний источник подсветки.

8. Система устройств по п.6,7, отличающаяся тем, что внешний источник подсветки модулирован по частоте или по длинам волн инфракрасного излучения и синхронизован с инфракрасными камерами.

9. Система устройств по п.6, отличающаяся тем, что используют инфракрасные камеры с регулируемым временем фиксации изображения.

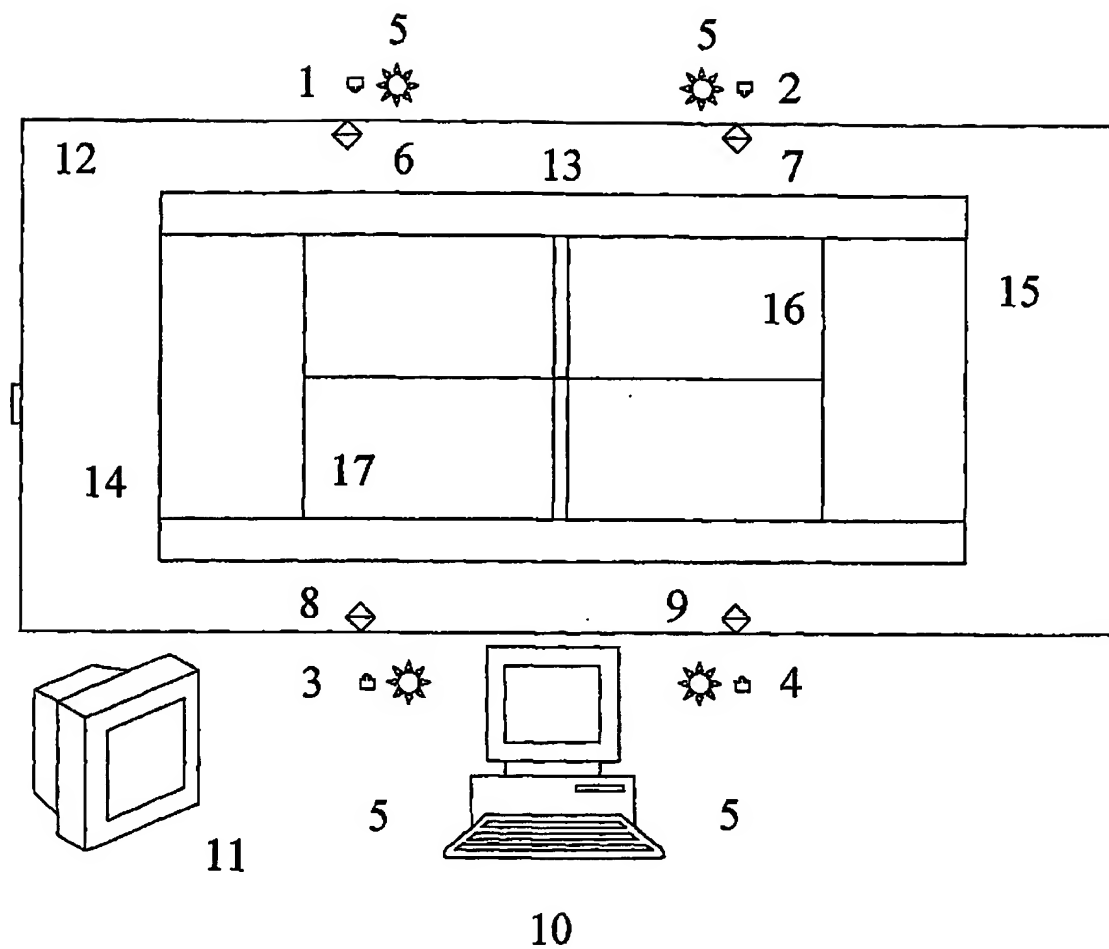
10. Система устройств по п.6., отличающаяся тем, что инфракрасная камера(ы) снабжена(ы) приспособлением, обеспечивающим возможность

перемещения, синхронизованного с приемником механических колебаний.

11. Система устройств по п.6, отличающаяся тем, что инфракрасная(ые) камера(ы) снабжена(ы) системой оптических фильтров, изменяющих спектральный диапазон чувствительности инфракрасной(ых) камеры (камер).

12. Способ оценки технического и творческого потенциала спортсменов, заключающийся в том, что используют способ по п. 1 и систему устройств по п.6.

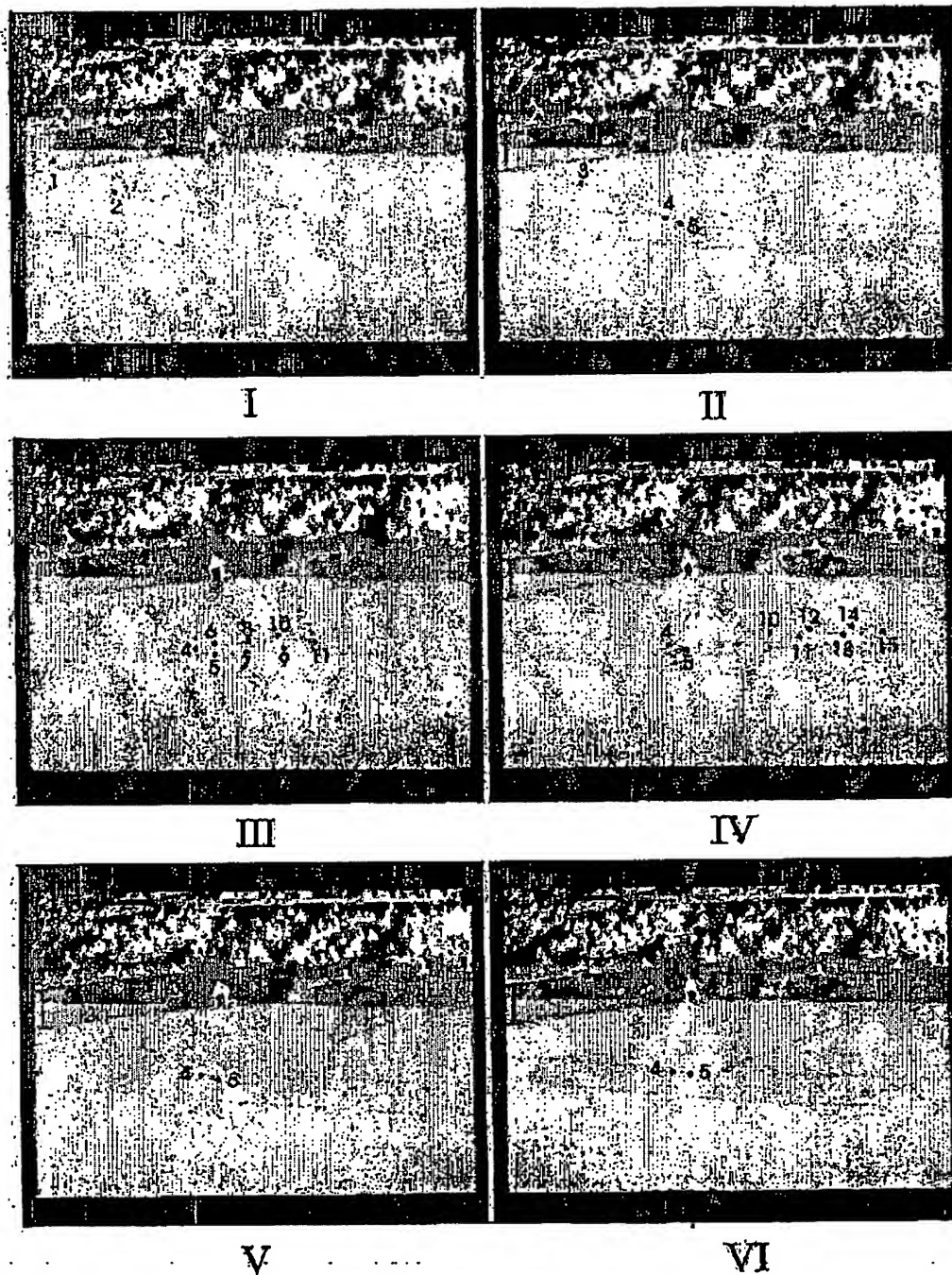
1/8



ФИГ. 1

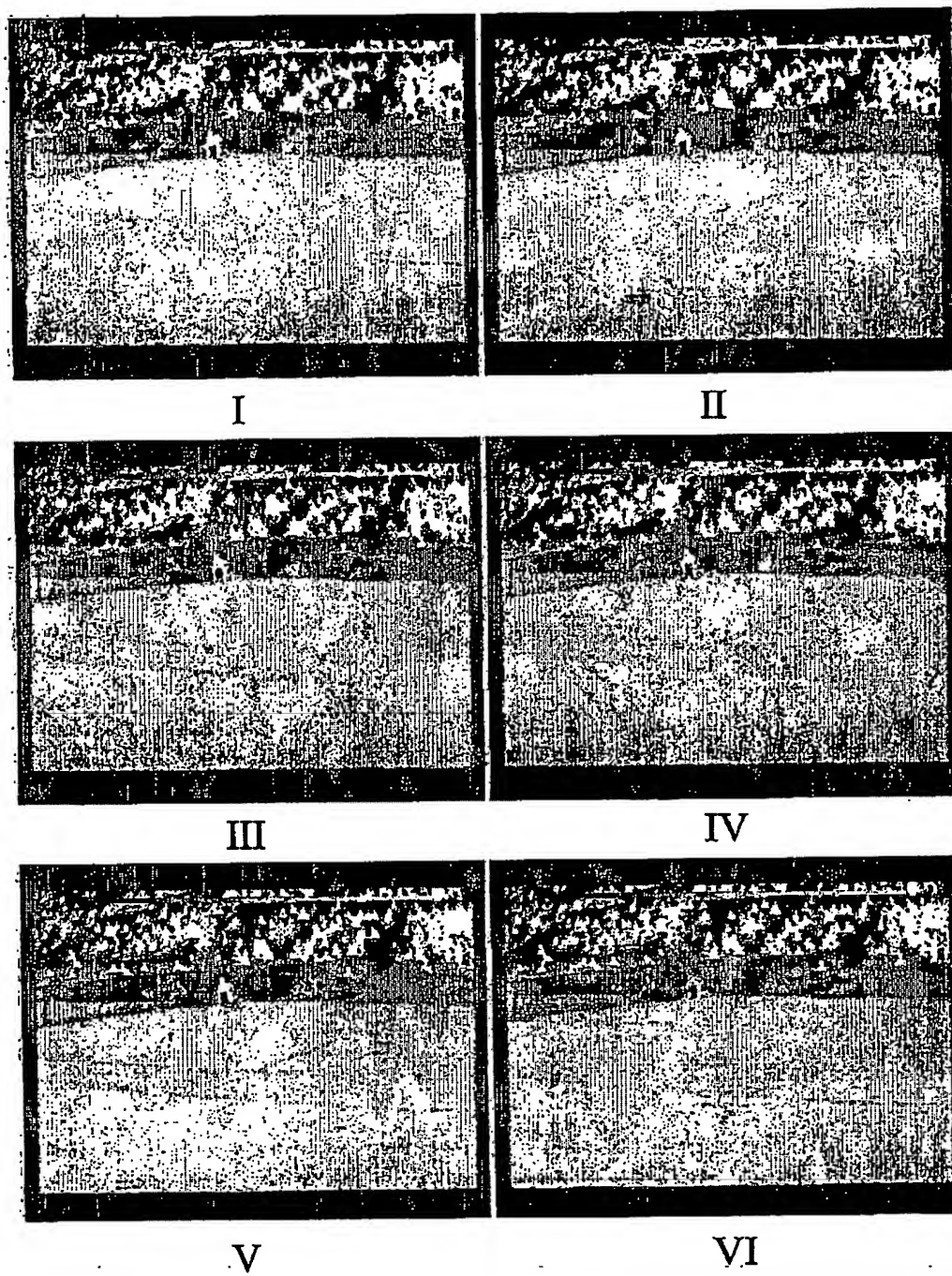


2/8



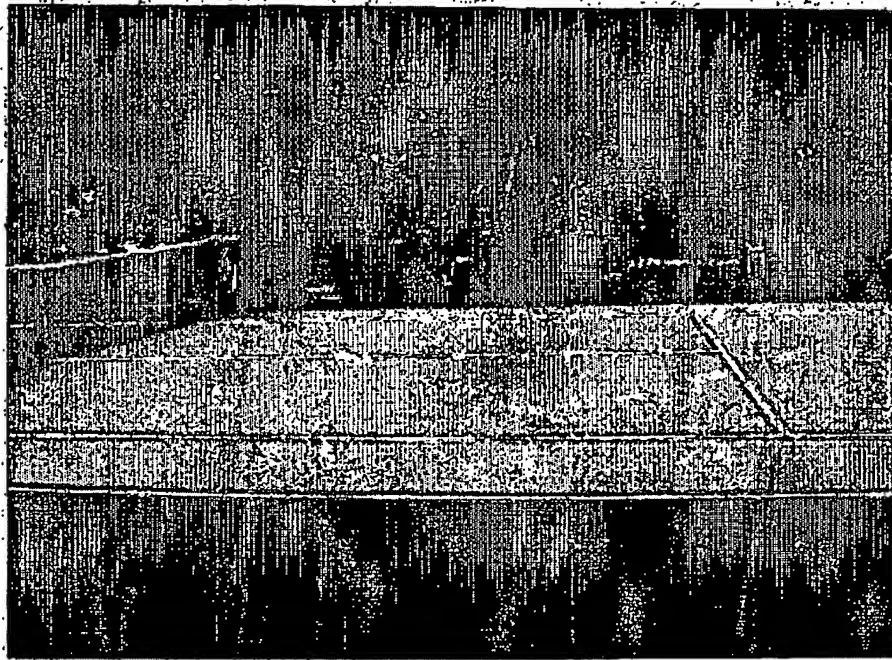
ФИГ. 2

3/8

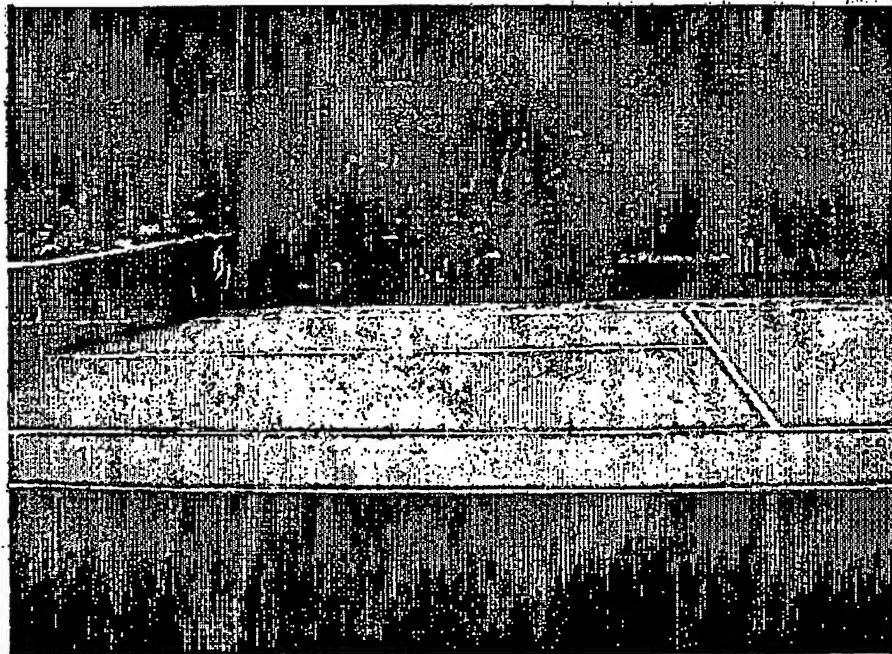


ФИГ. 3

4/8

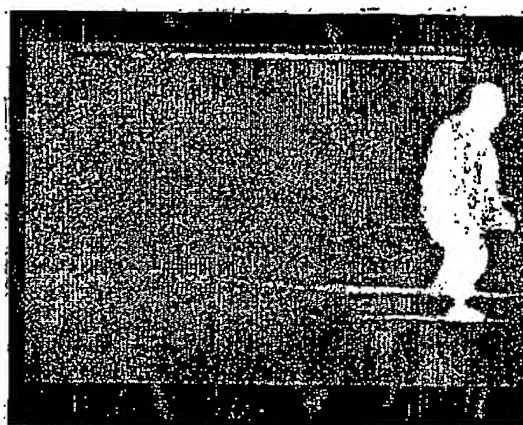


ФИГ. 4

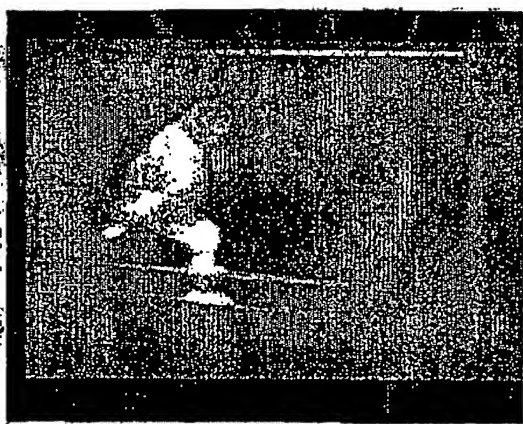


ФИГ.5

5/8

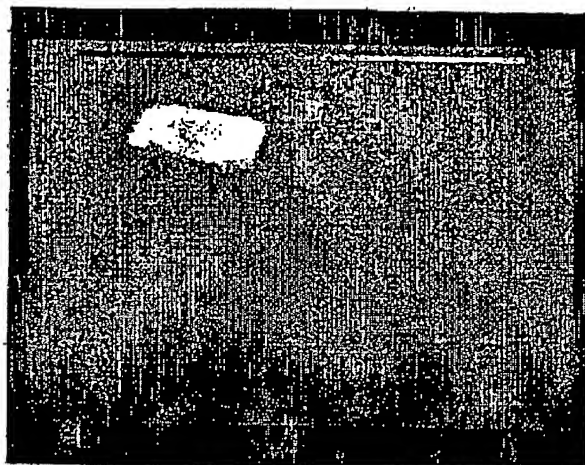


ФИГ. 6

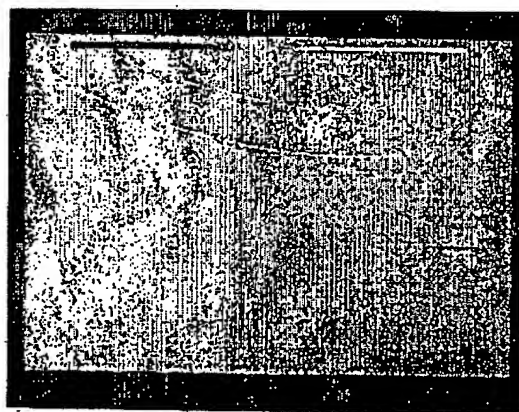


ФИГ. 7

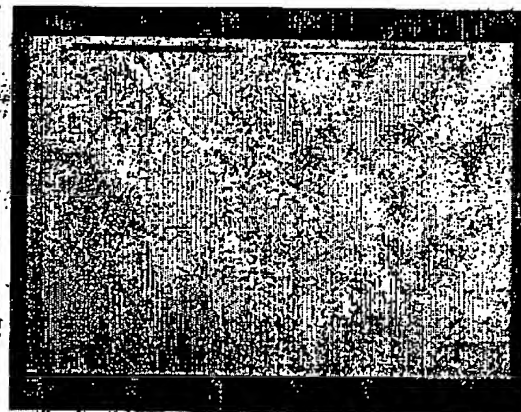
6/8



ФИГ. 8

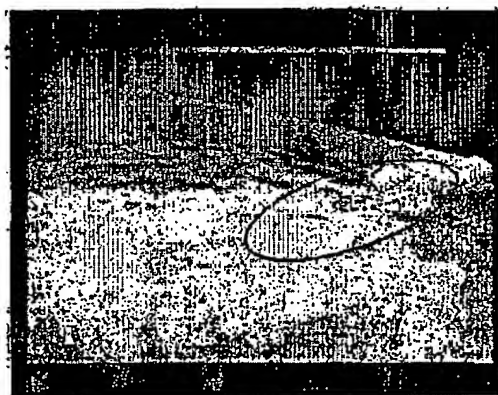


ФИГ. 9



ФИГ. 10

7/8



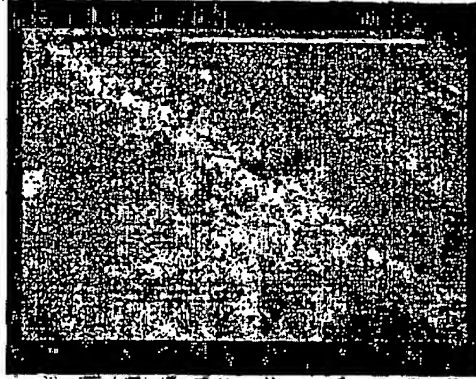
ФИГ. 11



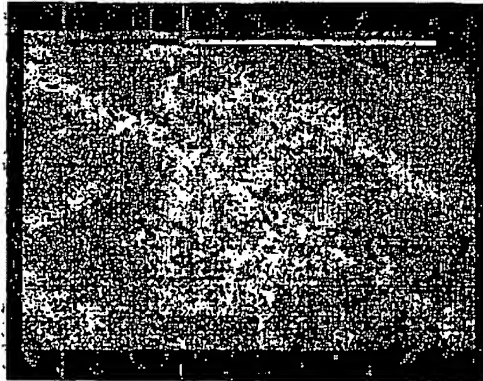
ФИГ. 12



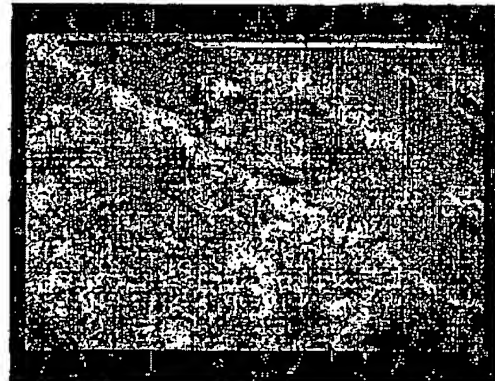
8/8



ФИГ. 13



ФИГ. 14



ФИГ. 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/RU 2003/000586

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
G01P 3/36, 13/00, A63B 71/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
A63B 71/00, 71/06, 67/00, G08B 13/18, H04R 23/00, H04N 5/33, G01P 3/36, 13/00, G01V 9/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 1996/025986 A1 (REISER SCHROTT GBR) 29. 08. 1996, the description, pages 12-13, the claims	1,5 2-4, 6-9, 11
X Y	US 5160839 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) Nov. 3, 1992, the abstract, column 2, the claims, figures 1-9	1 4
Y	US 6367332 B1 (JOSEPH R. FISHER et al.) Apr. 9, 2002, the abstract, the claims	6-9, 11
Y	RU 2140720 C1 (KARIZHENSKY EVGENY YAKOVLEVICH) 27.10.1999, the abstract, page 8, column 1, pages 1-5, 20-24, 60-64, column 2, pages 1-7, page 10, column 1, pages 1-12, page 11, column 1, pages 50-55, column 2, pages 9-15, page 12, column 2, pages 25-30, 40-50	2-3, 7-9, 11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>30 March 2004 (30.03.2004)</b>		Date of mailing of the international search report <b>08 April 2004 (08.04.2004)</b>
Name and mailing address of the ISA/  Facsimile No.		Authorized officer  Telephone No.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/RU 2003/000586

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.: **10**  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
  
Claim 10 is unclear and does not correspond to the description: from the claim it appears that the infrared chamber moves in synchronisation with the mechanical vibration sensor, whereas from the description, switching of the infrared chamber occurs according to the signal from the sensor.
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The system according to independent claim 6 has a single special technical feature which is the presence in the system of a mechanical vibration sensor, yet the method according to independent claim 1 does not contain this feature. There is a lack of unity of invention between the method and the system for implementing it.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №  
PCT/RU 2003/000586

<b>А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:</b>		
G01P 3/36, 13/00, A63B 71/06		
Согласно международной патентной классификации (МПК-7)		
<b>В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:</b>		
Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7: A63B 71/00, 71/06, 67/00, G08B 13/18, H04R 23/00, H04N 5/33, G01P 3/36, 13/00, G01V 9/04		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):		
<b>С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:</b>		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X Y	WO 1996/025986 A1 (REISER SCHROTT GBR) 29. 08. 1996, описание, стр. 12-13, формула	1,5 2-4, 6-9, 11
X Y	US 5160839 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) Nov. 3, 1992, реферат, кол. 2, формула, фиг. 1-9	1 4
Y	US 6367332 B1 (JOSEPH R. FISHER et al.) Apr. 9, 2002, реферат, формула	6-9, 11
Y	RU 2140720 C1 (КАРИЖЕНСКИЙ ЕВГЕНИЙ ЯКОВЛЕВИЧ) 27. 10. 1999, реферат, стр. 8, кол. 1, с. 1-5, 20-24, 60-64, кол. 2, с. 1-17, стр. 10, кол. 1, с. 1-12, стр. 11, кол. 1, с. 50-55, кол. 2, с. 9-15, стр. 12, кол. 2, с. 25-30, 40-50	2-3, 7-9, 11
<div> <div>последующие документы указаны в продолжении графы С.</div> <div>данные о патентах-аналогах указаны в приложении</div> </div>		
<div> <div> * Особые категории ссылочных документов:  А документ, определяющий общий уровень техники  Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее  О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.  Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д. </div> <div> Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для пояснения изобретения  Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень  У документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории  &amp; документ, являющийся патентом-аналогом </div> </div>		
Дата действительного завершения международного поиска: 30 марта 2004 (30. 03. 2004)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 08 апреля 2004 (08. 04. 2004)
Наименование и адрес Международного поискового органа Федеральный институт промышленной собственности РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30,1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо:  О. Гордеева  Телефон № 240-25-91

Форма PCT/ISA/210 (второй лист)(июль 1998)

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №  
PCT/RU 2003/000586

## Графа I. ЗАМЕЧАНИЯ ДЛЯ СЛУЧАЯ, КОГДА НЕКОТОРЫЕ ПУНКТЫ ФОРМУЛЫ НЕ ПОДЛЕЖАТ ПОИСКУ (продолжение пункта 2 первого листа)

Настоящий отчет о международном поиске не охватывает некоторые пункты формулы в соответствии со статьей 17 (2) (а) по следующим причинам:

1. ☐ пункты №:
 

т.к. они относятся к объектам, по которым настоящий Международный поисковый орган не обязан проводить поиск, а именно:
2. ☒ Пункт № 10
 

т.к. они относятся к частям международной заявки, настолько не соответствующим установленным требованиям, что по ним нельзя провести полноценный поиск, а именно:

пункт 10 изложен неясно и не соответствует описанию: из формулы следует, что ИК-камеры перемещаются синхронно с приемником механических колебаний, а из описания следует, что по сигналу от приемника происходит переключение ИК-камер.
3. ☐ пункты №:
 

т.к. они являются зависимыми пунктами и не составлены в соответствии со вторым и третьим предложениями правила 6.4 (а).

## Графа II. ЗАМЕЧАНИЯ ДЛЯ СЛУЧАЯ НЕСОБЛЮДЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗОБРЕТЕНИЯ (продолжение пункта 3 первого листа)

Система по независимому пункту 6 содержит единственный особый технический признак, касающийся наличия в системе приемника механических колебаний, а способ по независимому пункту 1 не содержит этого признака. Между способом и системой, его реализующей, нет единства изобретения.

1. ☐ Т.к. все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает все пункты формулы изобретения, по которым можно провести поиск.
2. ☒ Т.к. все пункты формулы, по которым можно провести поиск, могут быть рассмотрены без затрат, оправдывающих дополнительную пошлину, Международный поисковый орган не требовал оплаты никакой дополнительной пошлины.
3. ☐ Т.к. только некоторые из требуемых дополнительных пошлин (тарифов) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает лишь те пункты формулы изобретения, за которые была произведена оплата, конкретно за пункты №:
4. ☐ Необходимые дополнительные пошлины (тарифы) своевременно не были уплачены заявителем. Следовательно, настоящий отчет о международном поиске ограничивается группой изобретений, упомянутой первой в формуле изобретения;

Замечания по возражению

- ☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск сопровождалась возражением заявителя
- ☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск не сопровождалась возражением заявителя

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**